

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 7 月 1 日 (01.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/055966 A1

- (51) 国際特許分類: H02N 2/06
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/015840
(22) 国際出願日: 2003 年 12 月 11 日 (11.12.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2002-363294
2002 年 12 月 16 日 (16.12.2002) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ワックデータサービス株式会社 (WAC DATA SERVICE

CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒354-0018 埼玉県 富士見市 西みずほ台 2 丁目 1 2 番 8 号 Saitama (JP). 中央電子工業株式会社 (CDK CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒355-0028 埼玉県 東松山市 箭弓町 2 丁目 1 3 番 2 号 Saitama (JP).

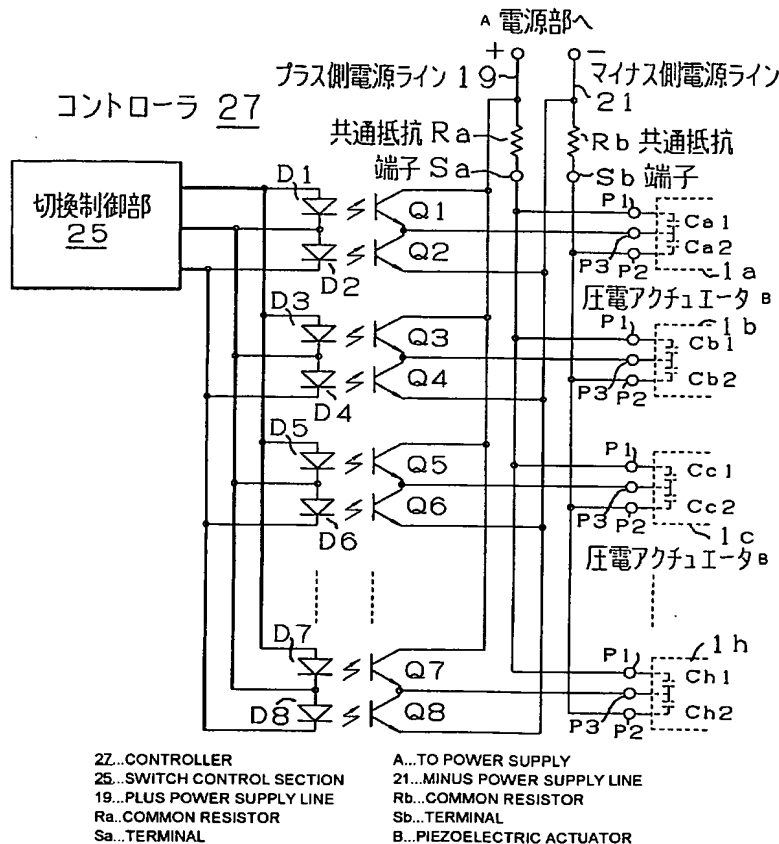
(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 渡辺 和久 (WATANABE, Kazuhisa) [JP/JP]; 〒354-0018 埼玉県 富士見市 西みずほ台 2 丁目 1 2 番 8 号 ワックデータサービス株式会社内 Saitama (JP). 榎本 啓 (ENOMOTO, Satoshi) [JP/JP]; 〒355-0028 埼玉県 東松山市 箭弓町 2 丁目 1 3 番 2 号 中央電子工業株式会社内 Saitama (JP). 榎本 寛 (ENOMOTO, Hiroshi)

[続葉有]

(54) Title: PIEZOELECTRIC ACTUATOR DRIVER

(54) 発明の名称: 圧電アクチュエータの駆動装置



(57) Abstract: A driver for driving piezoelectric actuators with drastically reduced drive currents during on/off switch control. The power consumption of the driver is reduced. Each of the piezoelectric actuators (1a to 1h) is composed of a plate and piezoelectric sheets attached to the opposed surfaces of the plate. A plus power supply line (19) or a minus power supply line (21) is connected to the opposite side of each piezoelectric sheet to the side attached to the plate. The controller (27) selectively applies a plus or minus drive voltage to the piezoelectric sheets to perform on/off control. Thereafter, the controller (27) turns off the drive voltage applied to the piezoelectric sheets subjected to the on-control and turns on a drive voltage to the piezoelectric sheets of the piezoelectric electric actuator (1a to 1h) to be driven next.

(57) 要約: 複数の圧電アクチュエータを駆動する駆動装置において、オンオフ切換え制御時の駆動電流を大幅に減少させ、装置全体の消費電力を低く抑える。複数の圧電アクチュエータ 1a ~ 1h は、プレートを含んでその対向表面に圧電板を各々貼り付けてなる。各圧電アクチュエータ 1a ~ 1h の圧電板にあってプレートとは反対面にプラス側電源ライン 19 又はマイナス側電源ライン 21 を接続する。コントローラ 27 は、圧電アクチュエータ 1a ~ 1h の圧電板に対しそれらプラス又はマイナス駆動電圧を選択的に印加

してオン制御する。コントローラ 27 は、その後、オン制御した圧電板への当該駆動電圧をオフ制御すると同時に、次に駆動する圧電アクチュエータ 1a ~ 1h の圧電板への当該駆動電圧をオフ制御すると同時に

[続葉有]



[JP/JP]; 〒355-0028 埼玉県 東松山市 箭弓町 2 丁目 1 3 番 2 号 中央電子工業株式会社内 Saitama (JP).
金井 茂 (KANAI, Shigeru) [JP/JP]; 〒354-0018 埼玉県 富士見市 西みずほ台 2 丁目 1 2 番 8 号 ワックデータサービス株式会社内 Saitama (JP). 高根 俊章 (TAKANE, Toshiaki) [JP/JP]; 〒354-0018 埼玉県 富士見市 西みずほ台 2 丁目 1 2 番 8 号 ワックデータサービス株式会社内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 斎藤 美晴 (SAITO, Yoshiharu); 〒170-0005 東京都 豊島区 南大塚 3 丁目 2 番 1 4 号 漆沢ビル 3 F Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, ES, FR, GB, IT, TR).

規則4.17に規定する申立て:

— USのみのための発明者である旨の申立て (規則 4.17(iv))

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

圧電アクチュエータの駆動装置

技術分野

- 5 本発明は圧電アクチュエータの駆動装置に係り、特に、直接又は間接的に取付けた機構部品を各々機械的に動かす複数の圧電アクチュエータを切換え駆動する駆動装置の改良に関する。

背景技術

- 10 従来、圧電アクチュエータ 1 は、例えば図 7 A に示すように、長方形の導電性プレート 3 の対向面に薄い圧電板 5、7 を貼付け、各圧電板 5、7 におけるプレート 3 に接触しない対向表面に電極 5 a、7 a を設けるとともにそのプレート 3 を共通電極として用いた構成を有し、電極 5 a、7 a をプラス、マイナス端子 P 1、P 2 に接続し、プレート 3 を共通端子 P 3 に接続し、プレート 3 の長手方向
15 の一端（同図中左端）を片持ち支持して他端（同図中右端）を開放端とした構成となっている。なお、図 7 において圧電アクチュエータ 1 の支持部材の図示は省略した（図 8 参照）。

- この圧電アクチュエータ 1 は、圧電板 5、7 の分極方向に応じて、例えばプラス端子 P 1 と共通端子 P 3 間（圧電板 5 の電極 5 a とプレート 3 間）を短絡して
20 双方にプラス電位 + を印加すると、プレート 3 が屈曲して例えば図 7 A 中破線で示すように開放端が上方向に変位する。

 また、圧電アクチュエータ 1 は、共通端子 P 3 とマイナス端子 P 2 間（プレート 3 と他方の圧電板 7 の電極 7 a 間）を短絡して双方にマイナス電位 - を印加すると、例えば同図中一点鎖線で示すように開放端が下方向に変位する。

- 25 そして、圧電アクチュエータ 1 は、そのような圧電現象による屈曲運動を利用

して種々の駆動源、例えば編機の編成針の選針駆動源として用いられる。

すなわち、図 8 に示すように、細長い絶縁性の箱形ケース 9 内のその一方の側壁 9 a に、上述した複数の圧電アクチュエータ 1 (同図中 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e、1 f、1 g、1 h に分けて示す。) を互いに所定の間隔を置いて平行に一端を片持ち支持させ、開放端としての他端をケース 9 の対向する側壁 9 b に設けた操作孔 1 1 に遊びをもって差し込み、その他端に固定された機構部品としての操作片 1 3 をその操作孔 1 1 から遊びをもって突出させた構成となっている。

ケース 9 に支持された複数の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h (操作片 1 3 を含む。) はすべて同一であり、ケース 9 の側壁 9 b すなわち操作片 1 3 の先端側からケース 9 を見た状態を図 9 に示す。

このような複数の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h に対し、電源部 1 5 からのプラス、マイナスの直流駆動電圧をコントローラ 1 7 を介して印加すると、各圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h が屈曲し、ケース 9 の操作孔 1 1 から突出する操作片 1 3 が変位するから、操作片 1 3 によって図示しない選針レバー (機構部品) を動かせる。

そして、コントローラ 1 7 によって複数の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h に対する駆動電圧を切り換え選択することにより、例えば編機の編成針の選針駆動装置として使用できる。

この種の圧電アクチュエータに係る一般的な特許文献をあげれば、特許文献 1 (特開平 5 - 3 0 2 2 5 1 号) がある。

さらに、コントローラ 1 7 による複数の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h への駆動電圧を選択的に制御する構成としては、図 1 0 に示すような構成が考えられる。

すなわち、複数の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h に対応して直列接続されたフ

フォトトランジスタQ 1とQ 2、Q 3とQ 4、Q 5とQ 6、Q 7とQ 8を用い、プラス側電源ライン1 9から抵抗R 1を介して一方のフォトトランジスタQ 1のコレクタを接続し、他方のフォトトランジスタQ 2のエミッタを抵抗R 2を介してマイナス側電源ライン2 1に接続する。

- 5 圧電アクチュエータ1 aにおけるプラス端子P 1をプラス側電源ライン1 9に接続し、マイナス端子P 2をマイナス側電源ライン2 1に接続する。

 フォトトランジスタQ 1、Q 2の接続点をその圧電アクチュエータ1 aの共通端子P 3に接続する。

- 10 同様にフォトトランジスタQ 3～Q 8についても抵抗R 3～R 8を介してプラス側やマイナス側電源ライン1 9、2 1に接続するとともに、圧電アクチュエータ1 b～1 dについてもフォトトランジスタQ 3～Q 8の接続点およびプラス側やマイナス側電源ライン1 9、2 1に接続する。

- 15 また、直列接続されたフォトトランジスタQ 1とQ 2、Q 3とQ 4、Q 5とQ 6、Q 7とQ 8に対し、直列接続された発光ダイオードD 1とD 2、D 3とD 4、D 5とD 6、D 7とD 8を対応させて近接配置する。

 切換制御部2 3によってそれら発光ダイオードD 1～D 8を選択的に通電して発光させ、上述した圧電アクチュエータの駆動装置が形成される。

 図1 0において、フォトトランジスタQ 1～Q 8、発光ダイオードD 1～D 8および切換制御部2 3によって上述したコントローラ1 7が形成されている。

- 20 なお、図1 0では、切換制御部2 3から1本のラインで発光ダイオードD 1～D 8が接続されているが、実際は発光ダイオードD 1～D 8に対応させて個別配線となっており、分かり易くするために簡素化して図示した。

- 25 そして、圧電アクチュエータの駆動装置を例えば選針駆動装置に用いる場合、複数の圧電アクチュエータ1 a～1 hのうち、例えば、圧電アクチュエータ1 aをオン制御させてその開放端を上方へ変位させるには、切換制御部2 3によって

発光ダイオードD 1のみを選択的に導通制御し、その先端を下方へ変位させるには発光ダイオードD 2のみを選択的に導通制御させる。

この状態で、他の圧電アクチュエータ1 b～1 hについて順次、発光ダイオードD 3かD 4、D 5かD 6、D 7かD 8のいずれか片方を選択的に導通制御させ、所定のオン制御期間が経過したとき、すべての圧電アクチュエータ1 a～1 hを同時にオフ制御させていた。

しかも、上述した圧電アクチュエータの駆動装置では、図7 Bに示すように、圧電板5、7が一種のコンデンサC 1、C 2として機能するから、複数の圧電アクチュエータ1 a～1 hをオン制御させるために、各圧電アクチュエータ1 a～1 hの圧電板5、7に駆動電圧を印加しても、オン制御期間中にわたって大きな駆動電流が流れず、装置全体の省電力化を図り易いと考えられている。

なお、上述した構成の圧電アクチュエータの駆動装置において、フォトトランジスタQ 1～Q 8とプラス側およびマイナス側電源ライン1 9、2 1間に接続された抵抗R 1～R 8は、フォトトランジスタQ 1とQ 2、Q 3とQ 4、Q 5とQ 6、Q 7とQ 8のうち一方から他方へ切り換わるとき、フォトトランジスタQ 1とQ 2、Q 3とQ 4、Q 5とQ 6、Q 7とQ 8の双方が一時的に導通したり急激な電流変化が発生して駆動電流が大きくなっても、フォトトランジスタQ 1～Q 8を流れる駆動電流の増大を抑えたり、駆動装置全体の消費電力を高めないような電流制限機能を有している。

しかしながら、上述した圧電アクチュエータの駆動装置では、複数の圧電アクチュエータ1 a～1 hを構成する圧電板5、7にそのオン制御期間中に大きな駆動電流が流れないが、圧電板5、7すなわち各圧電アクチュエータ1 a～1 hが等価的にコンデンサC 1、C 2を形成するうえ、それらコンデンサ容量も1 5 0～6 0 0 n F程度と大きいから、圧電アクチュエータ1 a～1 hのオン制御直後には圧電板5、7に大きな駆動電流が流れ易い。

そして、ある圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 b がオン制御されている状態で、別の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h が重複してオン制御された場合、しばしば大きな駆動電流が流れて駆動装置全体の消費電力が上昇し易い。

これを回避するには、電源ラインの配線を太くするなどして駆動電流の増大に
5 対処しなくてはならず、コストアップの要因となり易い。

本発明者は、圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h に関し、その機能や等価回路について注意深く検討した。その結果、本発明者は、圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h が等価的にコンデンサとしての機能を有するうえ、各圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h が電氣的に並列接続されており、オフ制御された圧電アクチュエータ 1 a ~
10 1 h の圧電板 5、7 が放電する点に着目し、本発明を完成させた。

本発明はそのような課題を解決するためになされたもので、複数の圧電アクチュエータを駆動する駆動装置において、オンオフ切換え制御時の駆動電流を大幅に減少させることが可能で、装置全体の消費電力を低く抑えることができる圧電アクチュエータの駆動装置の提供を目的とする。

発明の開示

このような課題を解決するために本発明は、プレートを挟んでその対向表面に第 1 および第 2 の圧電板を各々貼り付けてなる複数の圧電アクチュエータであって、個々のそれら圧電アクチュエータに直接又は間接的に接続する機構部品を機械的に可動させる複数の圧電アクチュエータと、これら各圧電アクチュエータの上記第 1 の圧電板にあってそのプレートとは反対側に直接的又は間接的に接続されたプラス側電源ラインと、これら各圧電アクチュエータの上記第 2 の圧電板にあって上記プレートとは反対側に直接的又は間接的に接続されたマイナス側電源ラインと、オン制御選択する圧電アクチュエータにおけるそれら第 1 又は第 2 の
5 圧電板にあって、そのプレート側にそれらプラス側又はマイナス側電源ラインを

接続して駆動電圧を印加し、それら第2又は第1の圧電板を選択的にオン制御してこれを充電させるコントローラとを具備している。

しかも、そのコントローラは、オン制御選択した圧電アクチュエータのそれら第1又は第2の圧電板への当該駆動電圧をオフ制御すると同時に、次にオン制御
5 選択する圧電アクチュエータのそれら第1又は第2の圧電板に駆動電圧の印加をオン制御し、これを充電させる機能を有している。

図面の簡単な説明

図1は、本発明に係る圧電アクチュエータの駆動装置に関し実施の形態例を示す
10 ブロック回路図である。

図2は、本発明に係る圧電アクチュエータの駆動装置の切り換え動作を説明する
波形図である。

図3は、本発明の圧電アクチュエータの概略的な等価的回路図である。

図4は、本発明の圧電アクチュエータの動作を説明するための回路図である。

15 図5は、本発明の圧電アクチュエータの動作を説明するための図である。

図6は、本発明に係る圧電アクチュエータの駆動装置に関し他の形態例を示すブ
ロック回路図である。

図7は、圧電アクチュエータの一般的な構成を示す断面図Aおよび等価的回路図
Bである。

20 図8は、圧電アクチュエータを応用した構成例を示す断面図である。

図9は、図8の要部側面図である。

図10は、従来の圧電アクチュエータの駆動装置を示すブロック回路図である。

発明を実施するための最良の形態

25 以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。なお、従来例と共通する

部分には同一の符号を付す。

図 1 は本発明に係る圧電アクチュエータの駆動装置に関し形態例を示すブロック図である。

図 1 において、複数の圧電アクチュエータ 1 a、1 b、1 c、1 d、1 e、1 f、1 g、1 h は、例えば上述した図 7 A に示すように、導電性プレート 3 の対向表面に圧電板（第 1 の圧電板）5 および圧電板（第 2 の圧電板）7 を貼り付け、各圧電板 5、7 のプレート 3 に接触しない対向表面に電極 5 a、7 a を設けるとともに、プレート 3 を各圧電板 5、7 の共通電極として形成されている。

これら圧電板 5、7 の電極 5 a、7 a は、プラス端子 P 1、マイナス P 2 に接続され、プレート 3 は共通端子 P 3 に接続されており、図 8 に示したように、箱形ケース 9（図 1 では図示せず。）に片持ち支持されている。

なお、図 1 において圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h の図示は省略されているが、図 7 の圧電アクチュエータ 1 と同様である。

プラス側電源ライン 1 9 およびマイナス側電源ライン 2 1 は、上述した図 8 に示したように電源部 1 5 から延び、例えば +50 V ~ +100 V 程度のプラス直流電源および -50 V ~ -100 V 程度のマイナス直流電源を供給するラインであり、途中に電流制限用の共通抵抗 R a、R b が直列に挿入接続されている。

フォトトランジスタ Q 1 と Q 2、Q 3 と Q 4、Q 5 と Q 6、Q 7 と Q 8 は、互いにエミッタとコレクタが直列接続されており、圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h に対応して配置されている。

フォトトランジスタ Q 1、Q 3、Q 5、Q 7 の各コレクタは、共通抵抗 R a の電源部側にてプラス側電源ライン 1 9 に共通抵抗 R a を介さず直接接続されている。

フォトトランジスタ Q 2、Q 4、Q 6、Q 8 の各エミッタは、共通抵抗 R b の電源部側にてマイナス側電源ライン 2 1 に接続されている。

フォトトランジスタQ 1とQ 2、Q 3とQ 4、Q 5とQ 6、Q 7とQ 8の接続点は、圧電アクチュエータ1 a、1 b、1 c、1 hの共通端子P 3に接続されている。

5 圧電アクチュエータ1 a、1 b、1 c、1 hのプラス端子P 1は、プラス側電源ライン1 9の共通抵抗R aにあつて電源部側と反対側、すなわち端子S aに接続されており、圧電アクチュエータ1 a、1 b、1 c、～1 hのマイマス端子P 2は、マイナス側電源ライン2 1の共通抵抗R bにあつて電源部側と反対側すなわち端子S bに接続されている。

10 図1中の符号C a 1、C a 2は圧電アクチュエータ1 aに形成される等価的コンデンサ（図7 B中のC 1、C 2に相当）であり、符号C b 1、C b 2、C c 1、C c 2、C h 1、C h 2も同様である。

15 発光ダイオードD 1とD 2、D 3とD 4、D 5とD 6、D 7とD 8は順方向に直列接続されている。発光ダイオードD 1とフォトトランジスタQ 1、発光ダイオードD 2とフォトトランジスタQ 2、発光ダイオードD 3とフォトトランジスタQ 3、発光ダイオードD 4とフォトトランジスタQ 4、発光ダイオードD 5とフォトトランジスタQ 5、発光ダイオードD 6とフォトトランジスタQ 6、発光ダイオードD 7とフォトトランジスタQ 7、発光ダイオードD 8とフォトトランジスタQ 8が各々対応し、互いに近接配置されている。

20 それら発光ダイオードD 1とD 2、D 3とD 4、D 5とD 6、D 7とD 8は、切換制御部2 5に接続され、この切換制御部2 5によってそれら発光ダイオードD 1～D 8のいずれかを通電して発光させるようになっている。

そして、本発明は、切換制御部2 5における複数の発光ダイオードD 1～D 8を順次選択的に導通制御させるタイミングに特徴がある。

25 すなわち、切換制御部2 5は、複数の圧電アクチュエータ1 a～1 hについて、例えば図2に示すように、圧電アクチュエータ1 aに駆動電圧を印加してオン

制御し、予め設定された所定期間の経過後、圧電アクチュエータ 1 a（正確には圧電板 5、7）への駆動電圧の印加を切ってオフ制御すると同時に、次の圧電アクチュエータ 1 b へ駆動電圧を印加してオン制御し、圧電アクチュエータ 1 b への駆動電圧をオフ制御すると同時に、さらに次の圧電アクチュエータ 1 c に駆動電圧を印加してオン制御し、以降、順次これを繰り返し制御するようになっている。

図 1 中の符号 2 7 はコントローラであり、上述したフォトトランジスタ Q 1 ~ Q 8、発光ダイオード D 1 ~ D 8 および切換制御部 2 5 を有して形成され、電源ライン 1 9、2 1 から各圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h の圧電板 5、7 への駆動電圧の印加を順次選択的に切換え制御する上述した切換制御部 2 5 の機能その他を有している。

上述した圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h の等価的なコンデンサ C a 1 ~ C h 2 とコントローラ 2 7 の接続構成を図示すると、図 3 のようになる。

図 1 においても、切換制御部 2 5 から 1 本のラインで発光ダイオード D 1 ~ D 8 が接続されているが、実際は発光ダイオード D 1 と D 2、D 3 と D 4、D 5 と D 6、D 7 と D 8 に対応させて個別配線となっており、発光ダイオード D 1 ~ D 8 のいずれかを選択して発光制御可能になっているのは、図 1 0 と同様である。

そして、コントローラ 2 7、正確には切換制御部 2 5 の動作により、例えば発光ダイオード D 1 のみを選択的に導通制御させると、発光ダイオード D 1 からの光を受光してフォトトランジスタ Q 1 がオン動作し、圧電アクチュエータ 1 a の圧電板 5（図 1 では図示せず。以下同じ。）がプラスの駆動電圧で短絡される。

他方、圧電アクチュエータ 1 a の圧電板 7（図 1 では図示せず。以下同じ。）の両側にプラス、マイナスの駆動電圧が印加され、コンデンサ C a 2 が充電され、圧電アクチュエータ 1 a の開放端（操作片 1 3）が上方へ変位する。

切換制御部 2 5 による発光ダイオード D 1 のオフ制御によってフォトランジ

スタQ 1 がオフ動作し、圧電アクチュエータ 1 a の圧電板 7 が放電するとともにその開放端（操作片 1 3）が元の位置に戻る。

発光ダイオードD 2のみを選択的に導通制御させると、発光ダイオードD 2からの光を受光してフォトトランジスタQ 2がオン動作し、圧電アクチュエータ 1 a の圧電板 7 がマイナスの駆動電圧で短絡される。

他方、圧電アクチュエータ 1 a の圧電板 5 の両側にプラス、マイナスの駆動電圧が印加されてコンデンサC a 1が充電され、その開放端（操作片 1 3）が下方へ変位する。

発光ダイオードD 2のオフ制御によってフォトトランジスタQ 2がオフ動作し、圧電アクチュエータ 1 a の圧電板 5 が放電するとともにその開放端（操作片 1 3）が元の位置に戻る。

次に、このような圧電アクチュエータの駆動装置について、圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 hがこの順でオン制御される場合を例にして、その動作を簡単に説明する。

切換制御部 2 5 が、例えば、発光ダイオードD 1のみを選択的に導通制御するとフォトトランジスタQ 1がオン動作し、共通抵抗R aを介したプラス側駆動電圧が電源ライン 1 9から圧電アクチュエータ 1 aに印加され、圧電アクチュエータ 1 a の圧電板 5 がプラスの駆動電圧で短絡される。

一方、圧電アクチュエータ 1 a の圧電板 7 の両側にプラス、マイナスの駆動電圧が印加されてコンデンサC a 2が充電される。

切換制御部 2 5 は、圧電アクチュエータ 1 a の駆動期間が経過したとき、発光ダイオードD 1をオフ制御すると同時に、発光ダイオードD 3のみを選択的に導通制御してフォトトランジスタQ 3をオン動作させる。

そのため、圧電アクチュエータ 1 a にあっては、オフ制御に伴ってコンデンサC a 2が放電する一方、圧電アクチュエータ 1 b にあっては圧電板 5 がプラスの

駆動電圧で短絡され、圧電アクチュエータ 1 b の圧電板 7 の両側にプラス・マイナスの駆動電圧が印加されてコンデンサ C b 2 が充電される。

このとき、図 3 に示すように、主に圧電アクチュエータ 1 a (コンデンサ C a 2) からの放電電流 I が、マイナス側電源ライン 2 1 を介して圧電アクチュエータ 1 b の圧電板 7 (コンデンサ C b 2) へ流れてこれを充電する。以降、次の圧電アクチュエータ 1 c ~ 1 h についても順次繰り返される。

すなわち、圧電アクチュエータ 1 a がオン制御されてコンデンサ C a 2 が充電され、当該圧電アクチュエータ 1 a がオフ制御されてコンデンサ C a 2 が放電する際の放電電流 I により、次にオン制御する圧電アクチュエータ 1 b のコンデンサ C b 2 が充電される。

そして、順次、オン制御する圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h が、オン動作する直前にオフ動作された圧電アクチュエータ 1 a のコンデンサ C a 2 からの放電電流で充電される。

そのため、オンオフ切換え時に共通抵抗 R a、R b を流れる電流が「零」近く又は極めて小さくなり、オンオフ切換えによってプラス又はマイナス側電源ライン 1 9、2 1 からの電力供給をあまり必要としない。

以下に、一の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h のコンデンサ C a 1 ~ C h 2 からの放電電流によって他の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h のコンデンサ C a 1 ~ C h 2 が充電され、プラス又はマイナス側電源ライン 1 9、2 1 からの電力供給をあまり必要としない理由を、数式などを用いて考察する。

考察を簡単にするために、図 1 中の圧電アクチュエータ 1 a、1 b のみの 2 枚駆動の場合を、図 4 に示すように考えられる。

ここで、圧電アクチュエータ 1 a のコンデンサ C a 1、C a 2 とこれを選択的にオンオフ制御するフォトトランジスタ Q 1、Q 2 をチャンネル CH 1 とし、圧電アクチュエータ 1 b のコンデンサ C b 1、C b 2 とこれを選択的にオンオフ制

御するフォトトランジスタ Q 3、Q 4 をチャンネル CH 2 とする。

これらチャンネル CH 1、CH 2 は独立しており、フォトトランジスタ Q 1 若しくは Q 2、又はフォトトランジスタ Q 3 若しくは Q 4 のいずれかがオン動作し、そのエネルギー収支は次のようになる。

- 5 すなわち、電源 E からの「投入エネルギー」から、「抵抗 R a、R b での散逸エネルギー」および「保持エネルギー極性相殺による散逸エネルギー」を引いたものが、コンデンサ C a 1 ~ C b 2 でのキャパシタ保持エネルギーとなる。

- そして、圧電アクチュエータ 1 a の 1 枚構成についてフォトトランジスタ Q 1、Q 2 の動作を考えると、図 4 における電流経路は図 5 A のようになり、電流 i
10 は式 1 のようになる。

【式 1】

$$i = \frac{2E}{R} e^{-\frac{t}{CR}}$$

抵抗 R a、R b でのエネルギー散逸量は式 2 のようになり、

【式 2】

$$W_u + W_d = 2 \int i^2 R dt = 4CE^2$$

15 電源 E からのエネルギー投入量は式 3 のようになる。

【式 3】

$$2E \int i \, dt = 4CE^2$$

そして、圧電アクチュエータ 1 a、1 b の 2 枚構成について、電流 i が同方向に流れるようなフォトトランジスタ Q 1、Q 3 の動作を考えると、図 4 の電流経路は図 5 B のようになり、電流 i は式 4 のようになる。

5 【式 4】

$$i = \frac{E}{R} e^{-\frac{t}{2CR}}$$

抵抗 R_a 、 R_b でのエネルギー散逸量は式 5 のようになり、

【式 5】

$$W_u + W_d = 2 \int 2i^2 R \, dt = 8CE^2$$

10 電源 E からのエネルギー投入量は式 6 のようになる。

【式 6】

$$2E \int (2i) \, dt = 8CE^2$$

さらに、圧電アクチュエータ 1 a、1 b の 2 枚構成において、電流 i が逆方向に流れるようなフォトトランジスタ Q 1～Q 4 の動作を考えると、その電流経路

は図 5 C のようになり、電流 i は式 7 のようになり、

【式 7】

$$i = \delta(t) \left(\frac{1}{C} \int i dt = 2E : \text{インパルス} \right)$$

電流 i が抵抗 R_a 、 R_b を流れない。

- 5 従って、抵抗 R_a 、 R_b でのエネルギー散逸量は「零」となり、電源 E からのエネルギー投入量は式 8 のようになる。

【式 8】

$$2E \int (2i) dt = 2E \cdot 2 \cdot 2CE = 8CE^2$$

- 10 このように、数式を用いた考察からも、圧電アクチュエータ 1 a、1 b のオンオフ制御時のエネルギーが抵抗 R_a 、 R_b を介さずに圧電アクチュエータ 1 a、1 b 間で直接的に移動することが分かる。圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h についても同様のことが言える。

- 15 そして、圧電アクチュエータ 1 a、1 b のオンオフ制御時のエネルギー移動が高速化されて過渡特性が向上し、装置全体のオンオフ切換性能が向上するうえ、それら抵抗 R_a 、 R_b でのエネルギー散逸量（発熱量）が大幅に減少して装置全体の消費電力の軽減できる。

このように本発明の圧電アクチュエータの駆動装置は、プレート 3 を挟んでその対向表面に圧電板 5、7 を各々貼り付けて複数の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h を形成し、これら各圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h の圧電板 5、7 にあってプ

プレート 3 とは対向面の電極 5 a、7 a をプラス側又はマイナス側電源ライン 19、21 に接続する一方、オン制御選択するそれら圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h における圧電板 5、7 に対して、そのプレート 3 側にプラス側又はマイナス側電源ライン 19、21 から駆動電圧を印加し、それら圧電板 5、7 の一方を選択的にオン制御して充電させるコントローラ 27 を備えている。

しかも、そのコントローラ 27 は、オン制御選択したそれら圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h の圧電板 5、7 への当該駆動電圧をオフ制御すると同時に、次にオン制御選択する圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h の圧電板 5、7 に当該駆動電圧の印加をオン制御して充電させる機能を有している。

そのため、例えば圧電アクチュエータ 1 a がオン制御されてコンデンサ C a 2 が充電され、当該圧電アクチュエータ 1 a がオフ制御されてコンデンサ C a 2 が放電する際の放電電流により、次にオン制御する圧電アクチュエータ 1 b のコンデンサ C b 2 が充電される。

順次、オン制御する圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h は、オン動作する直前にオフ制御された圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h のコンデンサ C a 1 ~ C h 2 からの放電電流で充電され、オンオフ切換え時に急に増大し易い充電電流をプラス又はマイナス側電源ライン 19、21 からあまり供給する必要がなくなる。

従って、複数の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h を駆動する駆動装置において、それら圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h のオンオフ制御時の駆動電流を大幅に減少させることが可能となり、装置全体の消費電力を低く抑えることができる。

しかも、複数の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h 毎に挿入していた電流制限用の抵抗 R 1 ~ R 8 を 1 対 (2 個) の共通抵抗 R a、R b に減少させることができるし、これら抵抗 R 1 ~ R 8 も小型安価なものを使用可能となり、配線も簡素化されてコストを低減し易く、生産性も向上する。なお、電流制限用の抵抗 R a、R b を省略して部品点数の減少を図ることも可能である。

本発明では、一の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h のオフ制御によるコンデンサからの放電電流によって、次の圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h をオン制御する構成であるから、あるオン制御された圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h の次にオン制御される圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h のオン制御タイミングは、そのオフ制御と同時又は直後が好ましい。すなわち、オン制御される圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h が過渡的にある程度充電された後では効果が半減する。

本発明における上述したコントローラ 27 は、駆動電圧を印加した圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h の圧電板 5、7 へ印加した駆動電圧をオフ制御するタイミングで、次に駆動する圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h の圧電板 5、7 への駆動電圧の印加をオン制御する機能を持たせれば良い。

ところで、本発明に係る圧電アクチュエータの駆動装置は、図 6 に示すように、フォトトランジスタ Q1、Q3、Q5、Q7 を共通抵抗 Rb にあつて電源部と反対側の端子 Sa を介してプラス側電源ライン 19 に接続し、フォトトランジスタ Q2、Q4、Q6、Q8 を共通抵抗 Rb にあつて電源部と反対側の端子 Sb を介してマイナス側電源ライン 21 に接続する構成も可能である。他の構成は図 1 と同様であり、同様の効果が得られる。

もっとも、上述したように、フォトトランジスタ Q1 ~ Q8 を、プラス側およびマイナス側の電源ライン 19、21 にあつて共通抵抗 Ra、Rb の電源部側に接続すれば、それらフォトトランジスタ Q1 ~ Q8 (圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h) の切り換え時に、フォトトランジスタ Q1 ~ Q8 への電源電圧変動の影響が小さくなって動作が安定し易く、好ましい。

上述した各圧電アクチュエータ 1 a ~ 1 h の構成は任意であつて、圧電板 5 や 7 のみからなる構成や、複数の圧電板 5、7 やプレート 3 を積層した構成も可能であるし、それらを支持する構成も上述した図 8 のケース 9 の構成に限定されない。

もつとも、本発明は、プラス側又はマイナス側電源ライン19、21から直接又は間接的に共通接続された圧電板、すなわちコンデンサCa1、Cb1、Cc1、Ch1との間、又はコンデンサCa2、Cb2、Cc2、Ch2間で、順次、切換え制御する構成に有用である。

5 本発明において、電源ラインからの駆動電源を複数の圧電アクチュエータ1a～1hへ切り換えるコントローラ27のスイッチング機構は、上述した発光ダイオードD1～D8とフォトトランジスタQ1～Q8の組合せ構成に限定されず、電源をオン・オフする単なるトランジスタによる無接点スイッチなどであっても良く、それに合わせて切換え制御部25を構成すれば良い。

10 なお、発光ダイオードD1～D8とフォトトランジスタQ1～Q8の組合せ構成にすれば、電源ライン19、21とコントローラ17側との間を絶縁状態にできるから、動作が安定し易い。

15 本発明に係る圧電アクチュエータの駆動装置は、上述したように編機の編成針を駆動するものに限らず、プリンタにおけるインクジェット駆動源やドットワイヤ駆動源その他、圧電板を有する複数の圧電アクチュエータであって、個々の当該圧電アクチュエータに直接又は間接的に接続した機構部品を機械的に可動させる駆動源として応用可能である。

請 求 の 範 囲

1. プレートを挟んでその対向表面に第1および第2の圧電板を各々貼り付けてなる複数の圧電アクチュエータであって、個々の前記圧電アクチュエータに直接又は間接的に接続する機構部品を機械的に可動させる複数の圧電アクチュエータと、

これら各圧電アクチュエータの前記第1の圧電板にあつて前記プレートとは反対側に直接的又は間接的に接続されたプラス側電源ラインと、

前記各圧電アクチュエータの前記第2の圧電板にあつて前記プレートとは反対側に直接的又は間接的に接続されたマイナス側電源ラインと、

オン制御選択する前記圧電アクチュエータにおける前記第1又は第2の圧電板にあつて、前記プレート側に前記プラス側又はマイナス側電源ラインを接続して駆動電圧を印加し、前記第2又は第1の圧電板を選択的にオン制御してこれを充電させるコントローラと、

を具備し、

前記コントローラは、オン制御選択した前記圧電アクチュエータの前記第1又は第2の圧電板への当該駆動電圧をオフ制御すると同時に、次にオン制御選択する前記圧電アクチュエータの前記第1又は第2の圧電板に前記駆動電圧の印加をオン制御し、これを充電させる機能を有することを特徴とする圧電アクチュエータの駆動装置。

図 1

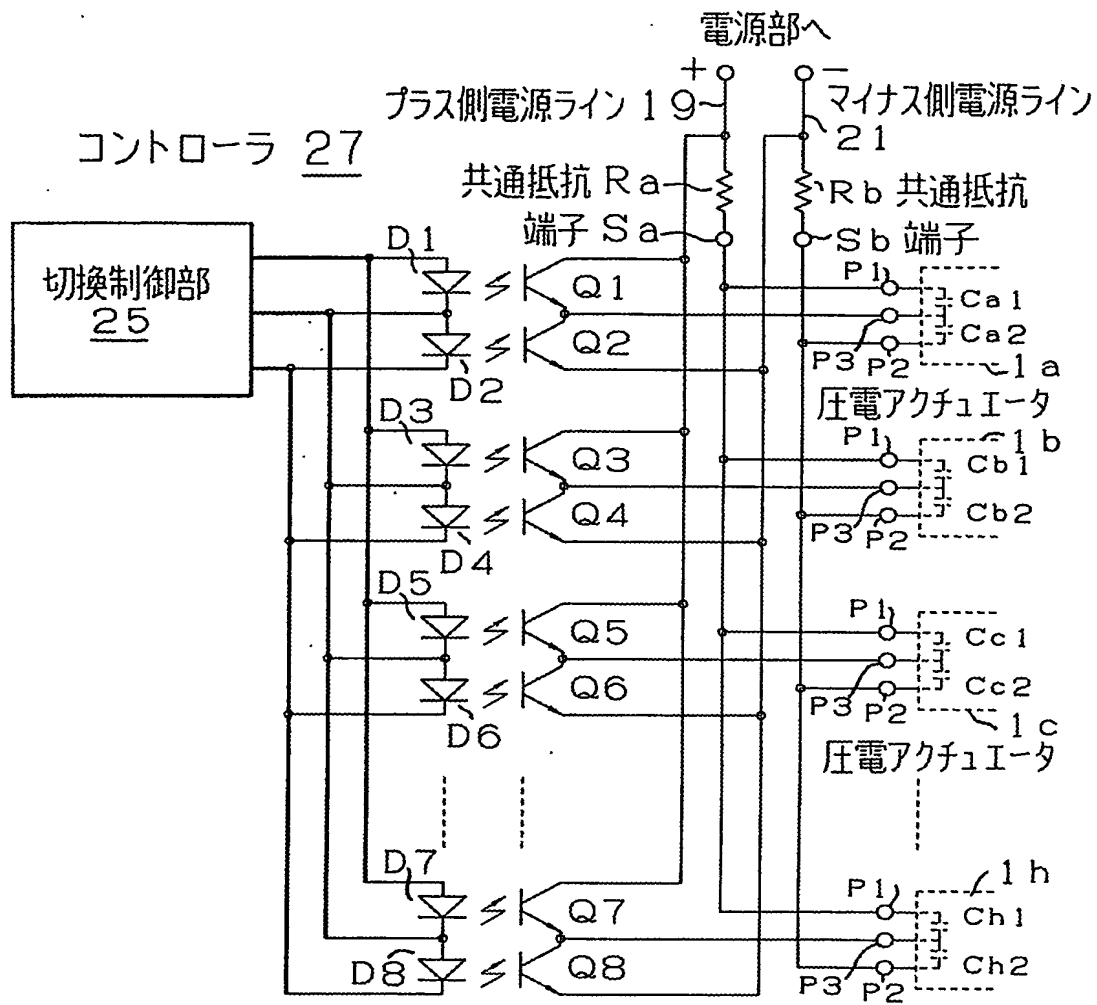


図2

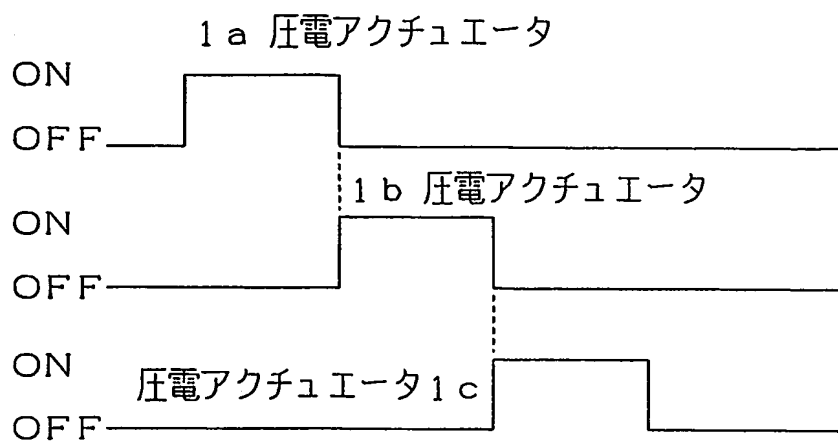


図3

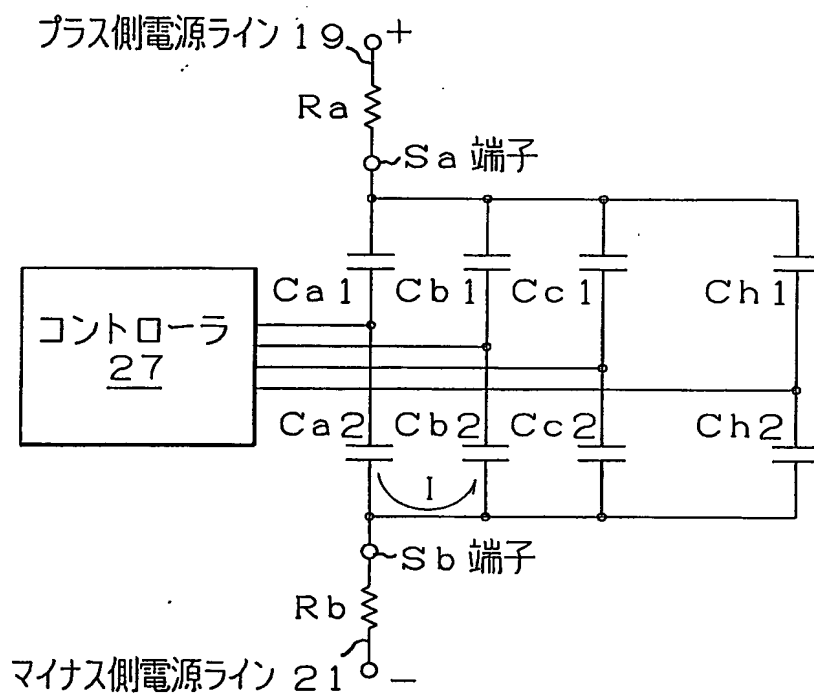


図 4

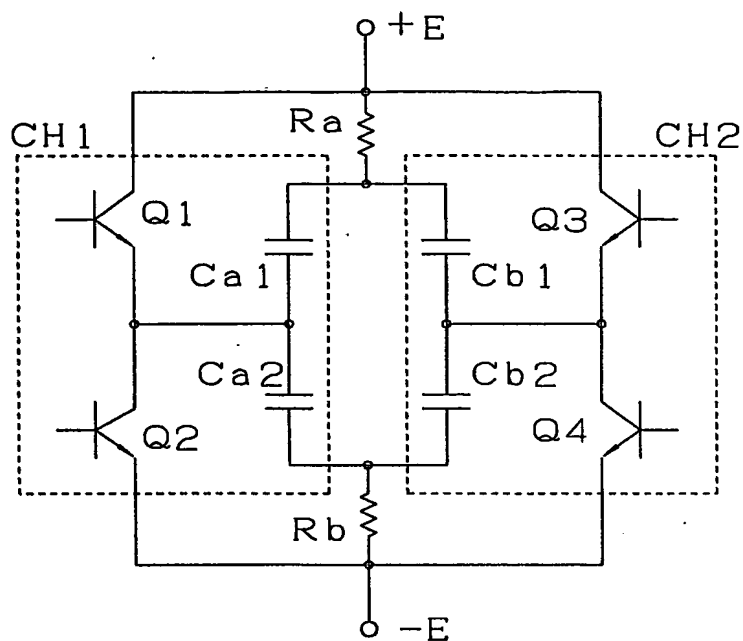


図 5

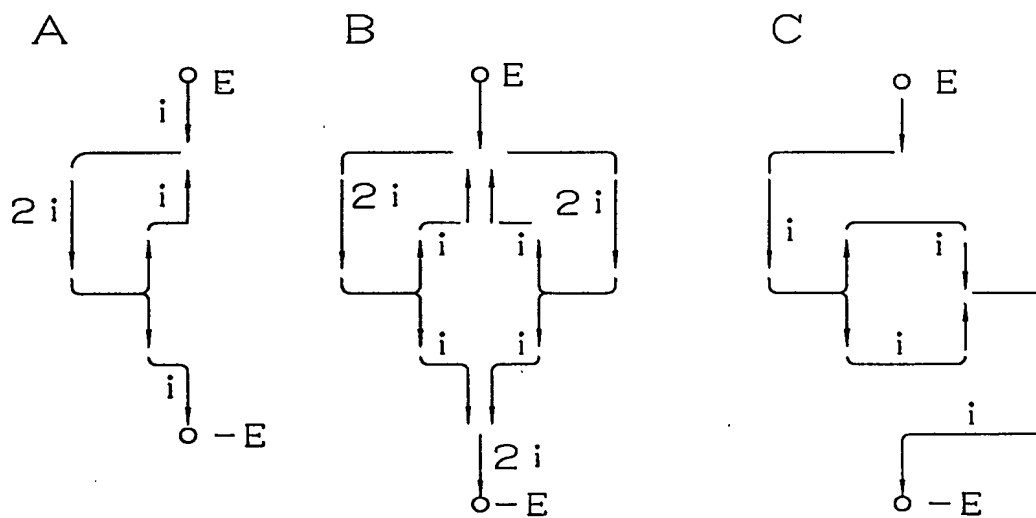


図 6

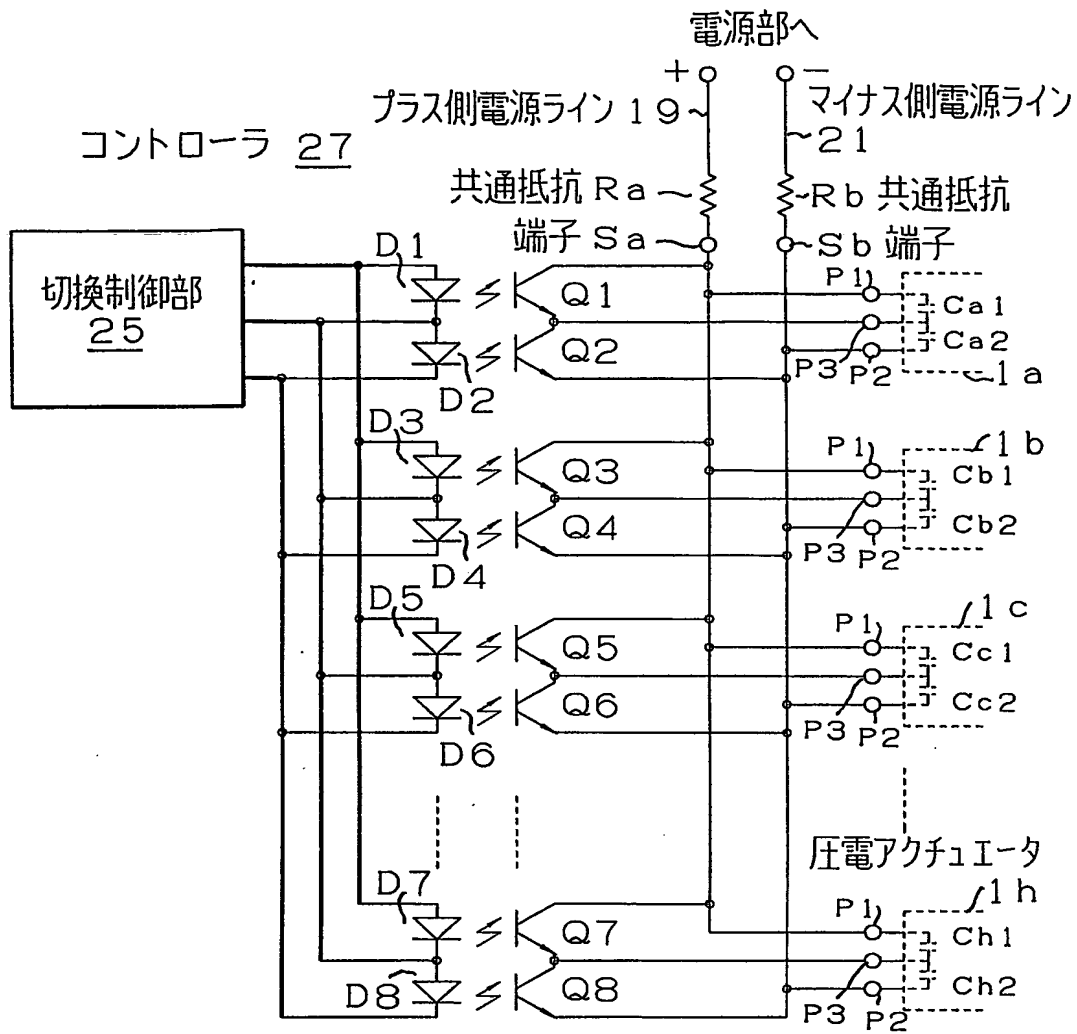


図7:

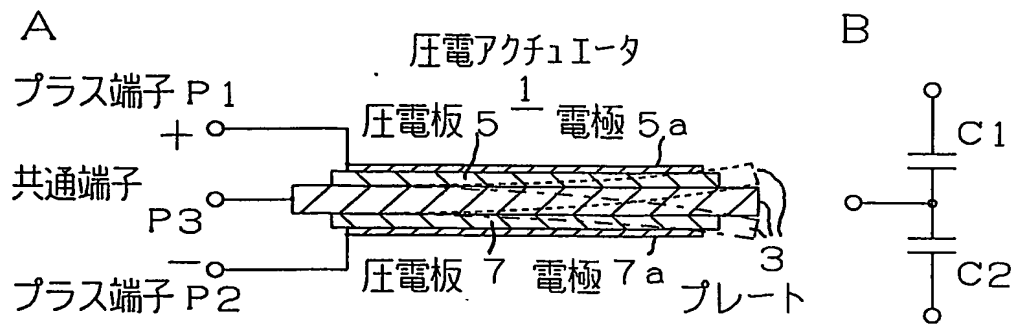


図8

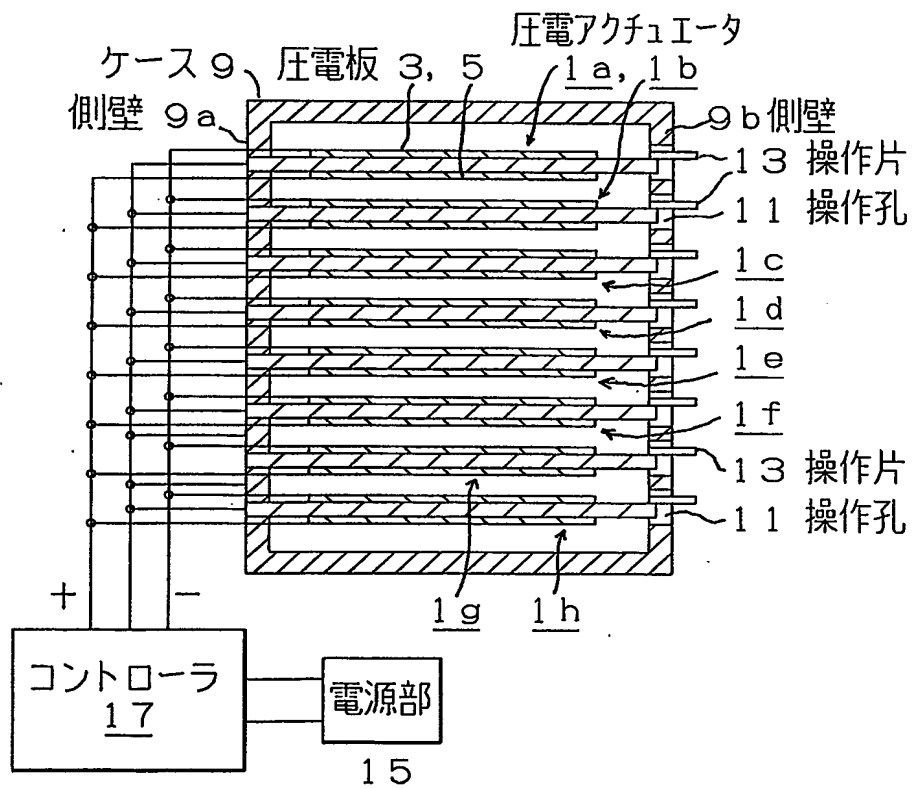


図 9

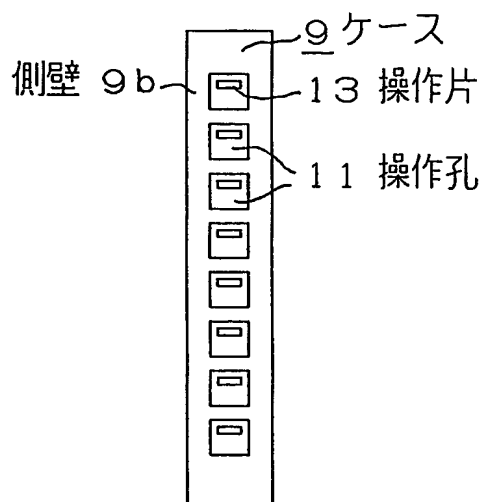
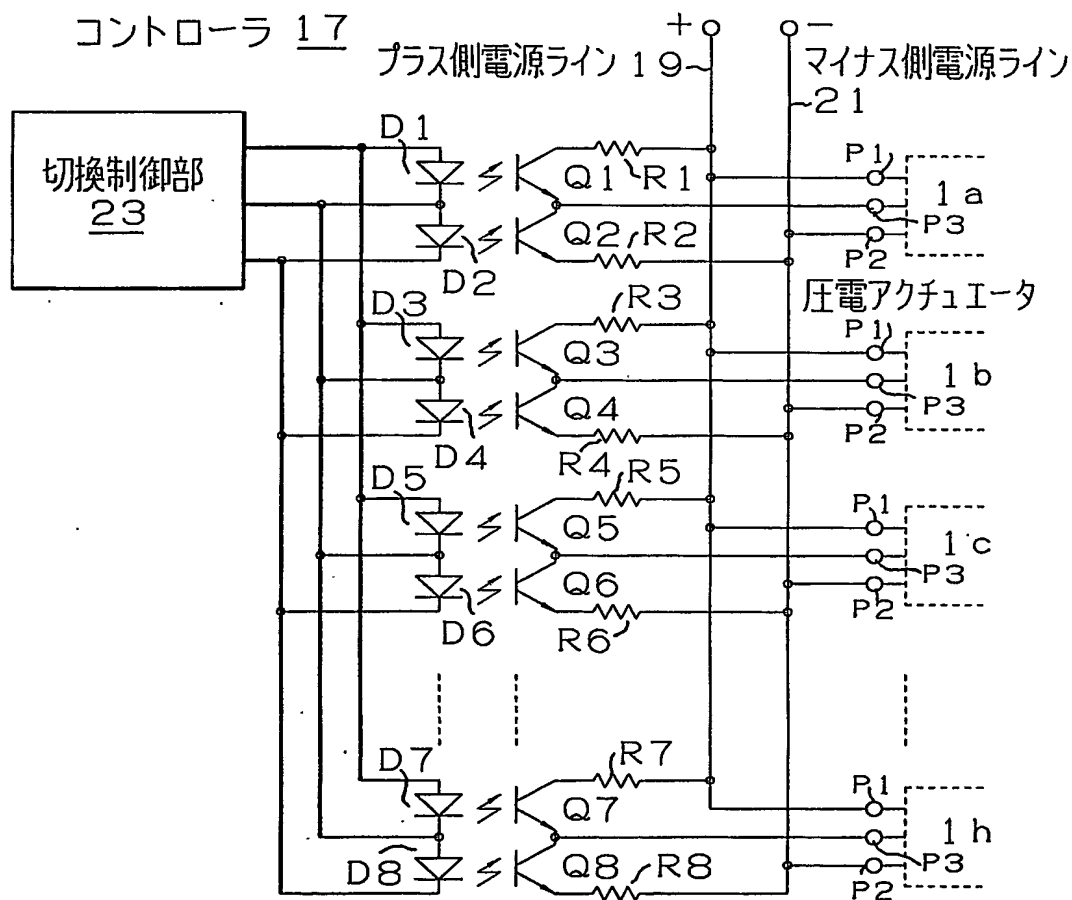


図 10



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP03/15840

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H02N2/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H02N2/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-218255 A (Wakku Data Service Kabushiki Kaisha), 27 August, 1996 (27.08.96), Full text (Family: none)	1
Y	JP 2002-113864 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 16 April, 2002 (16.04.02), Full text (Family: none)	1
A	JP 10-773 A (Brother Industries, Ltd.), 06 January, 1998 (06.01.98), Full text (Family: none)	1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
---	--

Date of the actual completion of the international search
23 February, 2004 (23.02.04)

Date of mailing of the international search report
09 March, 2004 (09.03.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/15840

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 7-141028 A (Toyo Denki Kabushiki Kaisha), 02 June, 1995 (02.06.95), Full text (Family: none)	1
A	JP 5-206537 A (Omron Corp.), 13 August, 1993 (13.08.93), Full text (Family: none)	1
A	JP 5-302251 A (Wakku Data Service Kabushiki Kaisha), 16 November, 1993 (16.11.93), Full text (Family: none)	1

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02N 2/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H02N 2/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2004年

日本国実用新案登録公報 1996-2004年

日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 8-218255 A (ワックデータサービス株式会社) 27.08.1996, 全文 (ファミリーなし)	1
Y	JP 2002-113864 A (松下電器産業株式会社) 16.04.2002, 全文 (ファミリーなし)	1
A	JP 10-773 A (ブラザー工業株式会社) 06.01.1998, 全文 (ファミリーなし)	1

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.02.2004

国際調査報告の発送日

09.3.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

佐々木 訓

3V

9818

電話番号 03-3581-1101 内線 3356

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 7-141028 A (東洋電機製造株式会社) 02. 06. 1995, 全文 (ファミリーなし)	1
A	J P 5-206537 A (オムロン株式会社) 13. 08. 1993, 全文 (ファミリーなし)	1
A	J P 5-302251 A (ワックデータサービス株式会社) 16. 11. 1993, 全文 (ファミリーなし)	1